



Effects of Large-Scale Agriculture and Livestock Industry on the Vegetation and Soil Properties in the Steppe Region of Kazakhstan and Inner Mongolia, China

著者	新其楽図
その他のタイトル	カザフスタンおよび中国内モンゴルのステップ地域における植生および土壌の諸性質に及ぼす大規模農牧業の影響
学位授与大学	筑波大学 (University of Tsukuba)
学位授与年度	2013
報告番号	12102甲第6933号
URL	http://hdl.handle.net/2241/00122510

氏名（本籍）	新其楽図（中国）		
学位の種類	博士（農学）		
学位記番号	博 甲 第 6933 号		
学位授与年月日	平成26年 3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Effects of Large-Scale Agriculture and Livestock Industry on the Vegetation and Soil Properties in the Steppe Region of Kazakhstan and Inner Mongolia, China (カザフスタンおよび中国内モンゴルのステップ地域における植生および土壌の諸性質に及ぼす大規模農牧業の影響)		
主査	筑波大学教授	博士（農学）	上條 隆志
副査	筑波大学教授	農学博士	田村 憲司
副査	筑波大学教授	理学博士	藤村 達人
副査	筑波大学准教授	博士（地球環境科学）	清野 達之
副査	筑波大学助教	博士（農学）	川田 清和
副査	筑波大学名誉教授	農学博士	中村 徹

論 文 の 要 旨

ユーラシア大陸の半乾燥地域に広がる草原は、ステップあるいはユーラシアステップと呼ばれている。近年、ステップ地域では家畜飼育頭数の増加や大規模な農耕地の拡大などの人為影響によって、植生や土壌が退行し、生態系機能の低下だけでなく、その回復力が失われることが懸念されている。そのため、部分的ではあるが、各国では草原生態系の退行を防ぐ措置が行われるようになった。具体的には、過放牧に対しては禁牧や休牧などの対策が取られ、耕作地については、耕作の放棄が行われるようになった。これらの対策による草原生態系の回復が期待されているが、必ずしも草原の植生や土壌が回復しない場合があることが報告されている。そのため、草原生態系の回復力を理解する上で、禁牧後、放牧放棄後、休牧後ならびに耕作放棄後の植生と土壌の回復過程に関する知見の集積が求められている。一方、回復を阻害する要因としては、乾燥などの厳しい気候条件の他、耕作放棄地などでの激しい土壌侵食や塩類集積が挙げられる。従って、草原の回復過程を理解するためには、これらの回復阻害要因についても検討する必要がある。しかし、植生と土壌の回復に関する知見の集積が不十分であることに加え、土壌侵食については、測定法が近年まで確立されていなかったこともあり、これらの回復阻害要因が回復過程に与えるメカニズムについては、未解明な部分が多い。

本論文は、カザフスタンの耕作放棄地と放牧放棄地、ならびに中国内モンゴルの耕作放棄地を対象として、野外調査と土壌の諸性質の分析結果から、これら地域の植生と土壌の回復過程を明らかにすることを目的とした。特に、中国内モンゴルの耕作放棄地においては、放射性同位体である¹³⁷Csを用いた土壌侵食量の推定を試みた。さらに、中国内モンゴルの過放牧地を対象として、草原の保護政策の一つである休牧が植生回復に与える効果について明らかにすることを目的とした。

カザフスタンの耕作放棄地と放牧放棄地の植生と土壌の回復過程については、放棄後の年数が異なる5サイトと攪乱を受けていない自然草原1サイトにおいて、植物社会学的方法を用いた植生調査と土壌分析を行った。種組成を基にしたDCA法による序列化と群落区分の結果によると、放棄年数が13年以上の調査地において種組成が自然草原に近づく傾向がみられ、耕作放棄が50年経過した場所の種組成は、自然草原とほぼ同

じになった。これに対して、土壌分析の結果からみると、耕作放棄が50年経過した場所の土壌においても、自然草原に比べ、pH、EC、C/N比が高く、土壌の回復が遅れていることが示された。さらに、環境要因を含めて、CCA法により序列化を行った結果、耕作放棄地の群落において、高い土壌pH、ECと、種組成との関係が強いことが示された。

中国内モンゴルの耕作放棄地の植生と土壌の回復過程については、耕作放棄年数が25年以上の場所において植生と土壌の諸性質が自然草原に近づく傾向がみられた。一方、土壌については、自然草原に比べて耕作放棄地の粘土含量と土壌有機態炭素量は低く、土壌pH、ECおよびC/N比は高いままにある傾向がみられた。耕作放棄地の土壌侵食率については、放射性同位体である ^{137}Cs の土壌中の残存率を用いて推定した。推定された侵食率によると、耕作放棄地の土壌侵食率は、耕作放棄後間もない場所ほど高いこと、土壌侵食率の高い調査地ほど、植生の回復が遅れることが明らかとなった。これらの結果は、ステップ地域では、農耕により土壌侵食が進むこと、侵食率の増加に伴い植生の回復も遅くなることを示している。さらに、土壌侵食が起きている耕作放棄地において、土壌サンプル中の16S rRNA遺伝子を抽出し、PCR法によって増幅された16S rRNA遺伝子の量と、電気泳動法によって求められたバンドパターンにより、土壌微生物のバイオマスと多様性を相対比較することを試みた。その結果、微生物バイオマスについては放棄年数の長い場所でも、自然草原の水準までは回復していないことが示唆された。

中国内モンゴルの過放牧地における休牧が植生回復に与える効果については、草原植生の回復に対する春季休牧制度の有効性を、降水量の異なる地点間の比較から検討した。その結果、年間降水量が200mm以下の調査地では、植物のバイオマスと種多様性について、休牧地と放牧継続地との間に有意な差はみられなかった。一方、200-350mmの調査地では、有意な差がみられた。これらのことから、植生回復に対する休牧の効果は、年間降水量に影響され、降水量が少なく、乾燥した地域では回復しにくいと考えられた。

以上の結果を踏まえて、ステップ地域における大規模な農牧業の影響と、持続的な利用の在り方について総合的に考察した。耕作と放牧を比較すると、耕作放棄地の土壌侵食は著しく、特に降水量の少ない地域では、植生、土壌とも回復傾向があまりみられなかった。また、カザフスタンでは、50年経過してもなお土壌の諸性質が回復していないことが示された。これらことは、耕作は長期的に草原生態系の回復に負の影響を与えることを示唆しており、ステップ地域の草原生態系の保全のためには、農耕地化を抑制してゆく必要があると考えられた。また、放牧においても降水量を配慮し、現地の自然環境に適した放牧方式を行ってゆく必要があると考えられた。

審 査 の 要 旨

本論文が研究対象としたステップ地域は、ユーラシア大陸を東西8000kmにわたって広がる広大な草原地帯であり、2000年以上前から遊牧民により持続的に利用されてきた。しかし、近年、耕作地化や過放牧によって、生態系の退行が危惧されており、退行を防ぐための措置が取られている。本論文は、このようなステップ地域において、耕作放棄後、放牧放棄後ならびに休牧後の植生と土壌の回復過程を明らかにしたものである。本論文が高く評価される点は、まず、植生と土壌の回復過程に関する知見の集積に貢献したこと、特に、これまで定量的な研究事例がほとんどなかったカザフスタンにおいて、耕作放棄後と放牧放棄後の植生と土壌の回復過程を明らかにしたことが挙げられる。次に挙げられるのは、草原回復の最大の阻害要因とされている土壌侵食について、放射性同位体の ^{137}Cs を用いて定量的に評価し、植生回復や土壌の諸性質との関係を明らかにできたことにある。また、植生と土壌の相互関係を考える上で重要な土壌微生物群集について、その解析を試みた点も今後の研究の発展に寄与するものとして評価できる。さらに、多岐に渡るデータを元に、適切な草原の利用様式についての提言を行っている。以上のように、本研究は、乾燥地生態系の持続的な利用の実現を目指した、植生学的、生態学的基礎研究として高く評価できる。

平成26年1月23日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。